

## *Növénytantól a növénybiológiáig: 150 év története*

### Bevezetés

A másfél évszázad kerekége kedvéért, kissé önkényesen, történetem az 1863-as évvel kezdem, amikor Nagyszebenből Kolozsvárra visszatelepítik a királyi jogakadémiát és a természettudományi karon megindult a képzés (Minker 2003). Ez csupán előjátéka volt annak – a mintegy csírázással kezdődő – fejlődési folyamatnak, amelyet Eötvös József kultuszminiszter kitartó és áldozatos munkája indított el. Ennek eredményeképpen az 1870-es, a kolozsvári egyetem alapításáról szóló törvényjavaslatot – nem minden akadály nélkül – végül elfogadták, és 1872. október 12-én Ferenc József aláírta a létrehozásról szóló XIX. és XX. tövénycikkelyeket. Az 1. § kimondja: „Kolozsvárott, a tanszabadság elvének alapján m. kir. tudomány-egyetem állíttatik fel” (Újszászi 2010).

Ezzel az aktussal megszületik a Szegedi Tudományegyetem közvetlen jogelődje, amelynek *Matematikai és Természettudományi Karán* helyet kapott a Növénytani Tanszék is *Kanitz Ágost* vezetésével. A kar elnevezése a mai kornak megfelelő módosítással 135 év után ismét aktuálissá vált: 2007 óta a Szegedi Tudományegyetemen *Természettudományi és Informatikai Karról* és Növénybiológiai Tanszékről beszélünk (Rácz 1999, Ráczné 2011). Átszervezések, átnevezések, a történelem viharain át való menekülések és küzdelmek után, a növénytani diszciplína elemei a széttagozódás és egyesülés után ismét közeli pozícióba kerültek a fejlődés felfelé tartó spirálján.

A 150 éves időtartamot a történelmi helyzetek és a növénytan-növénybiológia szempontjából fontos változások alapján 4 időszakon keresztül szeretném bemutatni. Az első periódus a kolozsvári és azt követő bizonytalan évek (1872–1920) kutatásait, majd a második időszak a Szegeden történeteket ismerteti a *Növénytani Intézetből* kivált *Növényélettani Tanszék* megalkulásáig (1921–1952). Ezt követően a tanszékek párhuzamosan működnek (1952–2007); a *Növénytani Tanszék* a növénytan, növénysszervezetten és -rendszeren tárgyait oktatja, a *Növényélettani Tanszék* a mikrobiológia, növényi anyagcsere-életten, valamint növekedés- és fejlődéséletten témakörökben végzi az oktatást és kutatást. A Mikrobiológiai Tanszék 1972-ben önállósult, így a növényélettani témakör homogénebbé vált és állandósult. Végül, a 2000-ben integrálódott Szegedi Tudományegyetemen a Növénytani és Növényélettani Tanszékek 2007-ben *Növénybiológiai Tanszék* néven

egyesültek, és így létrejött a modern növénybiológia szervezeti és infrastrukturális feltételrendszere (2007–jelen).

## Kolozsvártól Szegedig (1872–1920)

A Ferenc József Tudományegyetem alapításakor már önálló Matematikai és Természettudományi Karral indult 7 tanszékkal, köztük a Növényteni Tanszékkal, Kanitz Ágost (1843–1896) professzor vezetése alatt. Érdemes felfigyelni a széles európai látásmódra és kapcsolatokra. A Lugoson született Kanitz Nagykőrösön és Temesvárott végezte középiskoláit, majd a bécsi tudományegyetemen folytatta növényteni tanulmányait. Párizsban rendezett nemzetközi növényteni kongresszus titkára volt, további útja Brüsszel, Leiden, Utrecht, Frankfurt intézményein keresztül Mosonmagyaróvárra vezetett, de bejárta Olaszország és Anglia botanikai műhelyeit is. Ilyen háttérrel lett a kolozsvári egyetem rendes tanára 1872-ben. Botanikai munkássága rendkívül sokrétű: florisztikai kutatásait nemcsak a Monarchián belül, például a legteljesebben a Duna-Tisza közén végezte, hanem a Balkán-félsziget országaiban is. Megalapította a kolozsvári botanikus kertet és rendezte az Erdélyi Múzeum-Egylet herbáriumát. Három alkalommal volt a Kar dékánja, és 1887/88-ban az egyetem rektora. Tagja volt a római, a magyar és a román tudományos akadémiának. Magyar nyelven oktatta a növénytant, megalapította a *Magyar Növényteni Lapok*-at, 400 oldalas Általános növénytan c. tankönyvének kiadását 1896-ban bekövetkezett korai halála akadályozta meg.

Utóda, Istvánffy Gyula (1860–1930) a Kolozsvári Tudományegyetem Növényteni tanszékén töltött néhány tanársegédi éve után szintén európai körútra indult, a botanika mellett főleg mikológus intézményekben tanulmányozta a gomba kórokozókat és Oslóban a sör élesztőgombáit is. Később mikológiai munkásságának nagy jelentősége lesz: védekezést dolgozott ki a szőlő-peronoszpóra ellen, igazgatója lett a Magyar Királyi Központi Szőlészeti Kísérleti Állomás és Ampelológiai Intézetnek Budapesten, majd az MTA is tagjává választotta. Feltűnő, hogy a mai értelemben vett biotechnológia is érdekelte: kidolgozta és szabadalmaztatta a kukoricaszárból és nádból való cellulózgyártás módszerét.

Fényes tudományos életútja csak rövid időre vezette vissza Kolozsvárra, amikor 1897-ben folytatta a Növényteni Tanszék továbbfejlesztését: újjászervezte a Növényteni Intézetet és a növénykertet.

Az átszervezések már akkor is mindennaposak voltak és folytatódtak: Richter Aladár (1868–1927) 1901-ben Általános Növényteni Intézetet szervezett,

majd ebből vált ki a rákövetkező évben a Növényrendszertani Tanszék Borbás Vince (1844–1905) vezetésével, amely csak halálig működött. Richter Aladár 1913-ig vezette a tanszéket, őt Győrffy István követte 1913–1919, majd Erdély visszatérése után 1940–1944 között.

## A szegedi évek első periódusa (1921–1952)

Győrffy István nagynevű egyéniség volt: az ő munkássága már Szegedre vezetett. A néhány éves bizonytalanság után Szegedre települt Ferenc József Tudományegyetemen Győrffy István (1880–1959) vezetésével 1921-ben kezdte meg működését az Általános és Rendszeres Növénytani Intézet, Botanikus Múzeum és Botanikus Kert, melynek 1940-ig volt vezetője.

Magasabb egyetemi tisztségeket is betöltött: 1924/25-ben és 1935/36-ban dékán volt, közben 1929/30-ban az egyetem rektori tisztségét is viselte. Az MTA levelező tagja volt 1940–1949 között, a tagságot 1989-ben visszaállították. Kutatási témája a mohák rendszertana és ökológiája volt, de a florisztikát is széleskörűen művelte a Mátra, Magas-Tátra és Erdély növényvilágára fókuszálva. A tanszék nevében is szereplő botanikus kert létrehozásában is szerepet játszott.

Az 1940. év októberében a Ferenc József Tudományegyetem visszatért Kolozsvárra, vele együtt Győrffy professzor is. Kolozsvárott még jelentős munkát végzett mint egyetemi tanár, és mint az ottani magyar és román nyelvű botanikai folyóiratok munkatársa. Élete utolsó éveit Magyarországon töltötte, Csákváron hunyt el.

Szegeden 1940. november 11-én megnyílt az újonnan alapított Horthy Miklós Tudományegyetem, az új tanszékvezető Greguss Pál (1889–1984) lett, aki 1964-ig látta el e tisztséget. A tanszék neve *Növénytani Intézet és Fűvészkert*-re változott. Greguss Pál munkássága széleskörű volt: a növényélettan, morfológia és rendszertan, fejlődéstörténet, genetika, ökológia és biofizika területeit művelte. Maradandó publikációi a faanatómia és paleoxylotómia tudományágakban jelentek meg. Annak idején híres volt a trifiletikus származástan elmélete. Közéleti tevékenysége mind az egyetemen, mind nemzetközileg jelentős volt. A Természettudományi Kar dékánjaként 1946/47-ben, rektorként 1957/58-ban szolgált.

A *Növénytani Intézet és Fűvészkert*, valamint a növénytani oktatás és kutatás történetében újabb jelentős változás következett be, amikor 1952 szeptemberében kivált és megkezdte működését az önálló *Növényélettani Tanszék* Szalai István, az „anyaintézet” docense vezetésével, aki 1973-ig bírta ezt

a posztot. Ezzel az intézmény két ágra szakadt, hogy majd 55 évvel később, 2007-ben újra egyesüljön *Növénybiológiai Tanszék* néven. Időközben a *Növényélettani Tanszék* 1967-től 1971-ig *Növényélettani és Mikrobiológiai Tanszék* néven működött. A két tudományág azonban 1972-ben kettévált, s Ferenczy Lajos vezetésével megalakult a *Mikrobiológiai Tanszék*. Ezzel az eredetileg egyetlen Növénytani Intézetből három tanszék – a Növénytani, Növényélettani és Mikrobiológiai – jött létre.

## A szétválás után... (1952–2007)

### *A Növénytani Tanszék és Fűvészkert*

A *Növénytani Intézet és Fűvészkert* vezetésével az 1964/65-ös tanévre átmenetileg Szalai Istvánt bízták meg, de már a a következő tanévtől 1979-ig Horváth Imre (1926–1979) docens vezette a tanszéket. A következő években a tanszék neve többször is megváltozott, ami bizonyos önazonosság keresésre utal. Az új elnevezés *Növénytani Tanszék és Fűvészkert* lett. Innentől kezdve 2007-ig a Fűvészkert egyértelműen a mindenkor Növénytani Tanszékhez tartozott, majd 2007-ben önállósult, és közvetlenül az Egyetem alá került. Talán a tudományágak fejlődésével indokolhatóan 1967-től rövid három évre a tanszék felvette a *Növény szervezettani és Növényrendszertani Tanszék és Fűvészkert* nevet, hogy 1970-ben visszatérjen a korábbi *Növénytani Tanszék és Fűvészkert* elnevezésre. Ez a név aztán megmaradt a 2007-es egyesülésig. 1979-től 1982-ig Simoncsics Pál docens, 1982-től 1995-ig Gulyás Sándor docens, 1995-től 2007-ig Kocsisné Mihalik Erzsébet docens voltak a tanszékvezetők. 1995–2007 között a tanszékhez tartozott még a Fűvészkertben működő MTA Növénytani Tanszéki Kutató Csoport Lehoczki Endre egyetemi tanár vezetésével.

Tematikailag a *Növénytani Tanszék és Fűvészkert* kutatási területei az ökológia és morfológia fő kérdéseire irányultak, melyhez a Fűvészkert megfelelő háttérrel biztosított. Horváth Imre egyetemi tanár (1966-tól akadémiai doktor) a növényökológián belül a fény spektrális összetételének produkcióbiológiai hatását vizsgálta: ennek érdekében hozta létre az akkor korszerű fitotront a Fűvészkertben.

Horváth professzort rövid időre Simoncsics Pál docens követte tanszékvezetőként, aki harmadkori üledékek palinológiájával és recens pollenmorfológiával foglalkozott. Ez a téma korábban is megvolt a tanszéken, hiszen Kedves Miklós tudományos főmunkatárs (1974-től akadémiai doktor) is pollenmor-

fológiával foglalkozott fénytranszmissziós és scanning elektronmikroszkópos módszerekkel.

Gulyás Sándor vezetése alatt mézelő növények nektármirigy, anatómiájának és nektárprodukciónak a kutatása került előtérbe, valamint a Fűvészkert is tovább fejlődött a rózsakert felújításával és évelő növények gyűjteményének gyarapításával.

Kocsisné Mihalik Erzsébet docens vezetése alatt a tanszék kutatási spektruma részben megőrizte a korábbi témákat, részben pedig kiteljesedett az ökológia, a fenotípusos adaptáció, a gyógynövénykutatás és az almafélék tűzelhalásos bakteriális betegségének biológiája irányába (Mihalik és mtsai. 2007). A Fűvészkertben az utóbbi időben a biológiai sokféleség szakmai szinten és népszerűsítő módon történő bemutatása, a sokféleség megőrzésében való részvétel volt a fejlesztés fő iránya. Jelenleg a Fűvészkertben alkalmazott természetvédelmi kutatások folynak, ennek keretében közreműködnek a régió védett növényfajainak *ex situ* megőrzésében, s ezek szaporításával, visszatelepítésével részt vállalnak a természetes populációk egyedszámának stabilizálásában. Ezek a munkák a régió nemzeti parkjaival együttműködésben folynak.

Bagi István docens kezdetben a folyómedri iszapnövényzet leírásával és vegetációdinamikájával foglalkozott, majd a Kiskunsági Nemzeti Park, illetve a Duna–Tisza köze területén végzett vegetációtérképezési, növényzetdokumentálási munkákat. Később főbb kutatási területévé a magyarországi inváziós fajok biológiai sajátosságainak vizsgálata lett, miközben hosszú távon foglalkozott a virginiai holdruta kunfehértói állományának populációdinamikájával.

Maróti Imre docens a növények sejt- és szövettanát vizsgálta. Az MTA Tanszéki Kutatócsoport témája a fotoszintézis ökofiziológiája, gyomnövények herbicid rezisztenciája volt. Emellett Laskay Gábor (1955–2014) docenssel együtt a klorofill fluoreszcencia mérése alapján stresszfiziológiai kutatásokat végeztek. Laskay Gábor fő érdeklődési köre sejttani volt: a sejtek ionikus homeosztázisa és az azt fenntartó mechanizmusok tanulmányozása fluoreszkáló festékekkel, különös tekintettel a vitális sejtleletani paraméterekre. Tanulmányozta a sejtek redox-állapotát és a transz-plazmamembrán elektron-transzport aktivitást, valamint az életképességet károsító anyagok hatásmechanizmusát és az intracelluláris jelátviteli mechanizmusokat (Laskay és mtsai. 2005).

Ilyen kutatási háttérrel érkezett el a *Növénytani Tanszék és Fűvészkert* a 2007-es esztendőhöz, amikor a *Növényélettani Tanszékkel* egyesülve mint *Növénybiológiai Tanszék* az Egyetem utcai (Ady téri) épületből az újonnan épült újszegedi biológiai épületbe költözött, hogy modern infrastrukturális

és megváltozott személyi viszonyok között folytassa munkáját. Ettől az évtől Kocsisné Mihalik Erzsébet docens immár a független, közvetlenül az Egyetem fennhatósága alá tartozó Füvészkert igazgatója lett, ahol néhány év alatt hatalmas fejlődést indított el, üvegházi komplexumot hozott létre (2008–2013, KEOP projektek keretében).

### *A Növényélettani Tanszék*

Az 1952-ben létrejött *Növényélettani Tanszék* első vezető professzora Szalai István (1913–2012) volt 21 éven keresztül. A kutatási profil már specializálódott: a fő téma a növények aktív és nyugalmi állapotának szabályozása volt. Így Varga Magdolna a növekedési hormonok, az auxin és gibberellinek hatásmechanizmusát, Nagy Mária a magvak nyugalmi állapotát és a csírázás hormonális szabályozását, az etilén és auxin anyagcseréjét tanulmányozta, Sirokmánné Köves Erzsébet (tanszékvezető 1973–1985 között), Szabó Margit és Görgényiné Tari Irma szintén a növekedésszabályozás elemeit kutatta.

Zsoldos Ferenc (1927–2012), aki az ELTE-ről került 1957-ben a Növényélettani Tanszékre (tanszékvezető 1985–1995 között) a növényi ásványi táplálkozást, ionfelvételt, ezzel kapcsolatos környezeti hatásokat – mint az alacsony hőmérséklet, a nitrit toxicitás és egyes mikroelemek hiánytünetei – vizsgált, foglalkozott, főleg rizs növényeket használva. A tanszéken korszerű Izotóplaboratóriumot alakított ki, és bevezette a növények ionfelvételének nyomjelző technikával történő vizsgálatát, melyet az oktatásban is alkalmaztak. Koope-rációs kapcsolatban volt az SZBK növénybiológiai kutatóival is, különösen a szintén ELTE-s háttérrel rendelkező Erdei Lászlóval; már 1977-től közös közleményeik születtek (Erdei és Zsoldos 1977; Erdei és mtsai. 1977).

Az 1995. évet követő időszakban érezhetően megnőtt a tanszék aktivitása, fejlesztése. Tematikailag a növényi stresszfiziológia területén alakultak ki modern irányzatok, amelynek során elsősorban a nehézfém, a só- és szárazságstressz hatására történő változásokat vizsgálták a molekuláris biológiai, élettani, ökofiziológiai és morfológiai szinten, valamint a növényi válaszreakciók holisztikus, funkcionális genomikai megközelítésével. A tanszékvezető, Erdei László egyetemi tanár (1989-től akadémiai doktor) a növények anyagtranszportjával, az abiotikus stresszorokra adott növényi molekuláris válaszreakciókkal, az ehhez vezető jelátviteli folyamatokkal, a nitrogén-monoxiddal mint jelátvivő anyaggal, valamint az adaptáció jelenségének a kutatásával foglalkozott. Nevéhez fűződik a fitoremediációs technológiák magyarországi népszerűsítése és alkalmazása. A tanszék másik fontos szakterülete a növényi



hormonok és növekedésszabályzó anyagok, így az auxinok, az abszcizinsav, az etilén, a szalicilsav stresszakklimatizációban betöltött szerepének vizsgálata. Ezzel a témakörrel Tari Irma docens foglalkozott. Az abiotikus stresszhez történő akklimatizációt, elsősorban a szárazságstressz hatását Csiszár Jolán docens tanulmányozta molekuláris biológiai módszerekkel, míg Pécsváradi Attila docens a nitrogénasszimilációban szereplő glutamin szintetáz kinetikai vizsgálatával és proteomikai vizsgálatokkal foglalkozott. Szabó Margit docens szakterülete a növényi szövetkultúrák növekedésének hormonális szabályozása volt. A Magyarországon elsőként létrehozott növényi elektrofiziológiai („*patch clamp*”) laboratórium irányítását és a molekuláris transzportfolyamatok vizsgálatát Horváth Ferenc végezte. A tanszék oktatási spektruma átfogta a növényélettanhoz kapcsolódó témaköröket: a *Növényi anyagcsereélettan* és a *Növényi növekedés- és fejlődésélettan*, a *növényi hormonok hatásmechanizmusának* ismertetését (ERDEI 2004). Ezen alapkollégiumokon túlmenően olyan tárgyakat is oktattak, amelyek szorosan kapcsolódtak a tanszék speciális kutatási profiljához, és jelentős pályázati támogatást élveztek. Ezek: a *Növényi stresszfiziológia*, a *Fitoremediáció*, a *Növényi hormonok hatásának molekuláris mechanizmusa*, a *Növények nitrogén-anyagcseréje*, *Növényi molekuláris biológia* és a *Növényi biotechnológia*, a *Növényi membrántranszport molekuláris mechanizmusa* és a *Fotoszintézis*.

A *Növényélettani Tanszék* infrastrukturális megújulása a nagy műszerpályázatoknak és a határon átnyúló, a temesvári „Banat” Agrártudományi Egyetemmel közös pályázatok sorozatának köszönhetően lényegében már a 2007-es átalakulás előtt megtörtént. Az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközponttal (SZBK) és másokkal konzorciumi szerveződésben mintegy 10 éven keresztül folytatódtak a búza szárazságtűrésével kapcsolatos kutatások (a konzorcium vezetője Dudits Dénes akadémikus volt). Ugyancsak konzorciális munkát teljesítettünk a „Fitoremediáció” pályázatban 2004–2007 között (konzorciumvezető Erdei László). A megújult infrastruktúra és tematika a PhD-hallgatókat is vonzani kezdte, így a periódus végére 5–6 doktoranduszhallgató jelenléte állandósult a tucatszámú diplomázó biológushallgató mellett.

A tanszék nemzetközi aktivitása a milleniáris évfordulóra maximumát érte el, amikor a FESPP (*Federation of European Societies of Plant Physiology*) 12. Kongresszusát szervezte (2000. augusztus 20–25). Ebben az időben Erdei László volt a FESPP elnöke. A Kongresszust mintegy 750 résztvevővel Budapesten, az ELTE akkor megnyíló biológiai főépületében rendezték meg (Szegeden akkor még nem volt ilyen befogadási kapacitással rendelkező helyszín). Természetesen a hazai tudományos élet is magas szinten szerveződött. A FESPP-ben a magyar növényélettant 11 taggal már 1981-től képviselték

(köztük S. Köves Erzsébet, Zsoldos Ferenc és Erdei László, aki akkor még az SZBK kutatója volt). Ez után, 1982-től 3 évenként megrendeztük a Magyar Növényélettani Kongresszust. 1991-ben megalakult az önálló Magyar Növényélettani Társaság (2006-tól Magyar Növénybiológiai Társaság) amelynek 2006-ig Erdei László volt az elnöke, Zsoldos Ferenc pedig vezetőségi tagja. Az új elnök Györgyey János (SZBK), a titkár Tari Irma, a későbbi tanszékvezető lett (Erdei 2011).

A kétoldalú kormányközi kooperációs pályázatok révén a tanszék kiterjedt nemzetközi kapcsolatrendszerrel bírt: magyar–flamand, magyar–argentín, magyar–német, magyar–dél–koreai, magyar–izraeli közös munkák folytak és kutatócserék jöttek létre.

## A két tanszék egyesül: Növénybiológiai Tanszék (2007–jelen)

A Szegedi Tudományegyetem Szenátusa 2007. június 4-i ülésén elfogadta a Biológus Tanszékcsoport szervezeti felépítésére tett javaslatot, melynek következtében a Növénytani és Növényélettani Tanszékeket *Növénybiológiai Tanszék* néven összevonták (Egyetemi Értesítő 51. szám 129/2007 sz. határozata). A tanszékvezetői teendők ellátására a rektor Erdei Lászlót bízta meg.

Méltán állíthatjuk, hogy a növénybiológia oktatása és kutatása területén egyetemünkön új, történelmi szakasz kezdődött. Az újjászervezést két dolog indokolta: egyrészt a két tanszék az Egyetem utcai épületből az újonnan épült újszegedi épületszárny azonos szintjére költözött, másrészt a világban végbenő trend, a molekuláris növénybiológia térnyerése következtében a növénytan és növényélettan diszciplínák név szerint is egyesültek növénybiológia néven (így lett a FESPP-ből is FESPB, a Magyar Növényélettani Társaságból Növénybiológiai Társaság). A tanszék profilja így szélesebbé vált: a növényélettani tárgyak mellett a *Növénysszervezetan*, beleértve a *Növényi sejttan* egyes területeit, valamint a *Növényrendszeran* teljes vertikuma is oktatásra került. Az előadások, gyakorlatok mellett az oktatás részét képezi a *szervezetani-rendszerani tárgyú terepgyakorlatok* lebonyolítása is. Az oktatás kiegészül a növényfajokra vonatkozó természetvédelmi vonatkozású témakörökkel, valamint olyan alapozó jellegű tárgyakkal, mint a *föld- és talajtani ismeretek*. A tanszék részt vesz a környezettan és környezetmérnök szak, a biomérnök képzés és a molekuláris bionika szak alapképzésében és/vagy a mesterképzés tárgyainak oktatásában is.

Mindehhez tovább fejlődött a modern műszeres háttér: kiegészült a „*patch clamp*” laboratórium az egy-sejten történő fotoszintézis mérés lehetőségével,



a komplett fotoszintézis laboratóriumi felszerelés lehetővé teszi a két fotoszintetikus rendszer külön-külön való fluoreszcenciás analízisét, a molekuláris laboratóriumban folyhatnak a valós-idejű PCR apparátussal a génexpressziós kutatások, tovább fejlődött a proteinanalitikai labor, a jelátvitel és környezeti stressz kutatásában mindenki számára rendelkezésre áll a fluoreszcenciás mikroszkóp, amellyel *in vivo* és *in situ* követhetőek az események. Az ICP-tömegspektrográf készülékkel a periódusos rendszer majdnem minden eleme nagy pontossággal, nyomkoncentrációkban is meghatározható.

Az évek során tovább formálódott a tanszék tematikai összetétele: körülhatárolható, bár szervezetiileg nem elkülönülő munkacsoportok alakultak ki egy-egy téma körül. A tanszék egésze a növényi stresszválaszok kialakulásával foglalkozik a jelátviteltől a génexpresszióig, a fotoszintézistől a fejlődésbiológiáig. Kísérleti alanyaink az utóbbi időben a paradicsom, a lúdfű (*Arabidopsis thaliana*), de témától függően a búza, borsó és nyárfa is.

2010-ben Görgényi Miklósné Tari Irma habilitált egyetemi docens váltotta fel Erdei Lászlót a tanszékvezetői teendők ellátásában. Intenzív horizontális pályázati rendszerben a tanszék a Szegedi Tudományegyetemen kívül az ország más egyetemeivel is kapcsolatba került („TÁMOP” pályázatok). A külföldi, határmenti kooperációk folytatódtak (Temesvár, Újvidék) és a kapcsolatok távolabbra is kiterjedtek: több török egyetemmel valósult meg kölcsönös látogatás, eszmecsere. A jelenlegi felállás szerint a korábbi témák folytatatódnak, a tanszék egészére jellemző a multidiszciplináris megközelítés; az „-omics” (transzkriptomika, genomika, metabolomika, ionika, proteomika) bevonult mindennapjainkba.

Jelenleg (2014) a következő területeken folynak kutatások (<http://www2.sci.u-szeged.hu/plantphys>):

### *Sóstresszakklimatizáció és programozott sejthalál szalicilsav előkezelt paradicsom növényekben*

Vezető kutató: Tari Irma tanszékvezető, habilitált egyetemi docens. Közreműködnek: Poór Péter egy. tanársegéd, Szepesi Ágnes egy. tanársegéd, Kovács Judit, Takács Zoltán PhD-hallgatók.

A csoport a növények abiotikus stresszakklimatizációjával, elsősorban a szárazság-(ozmotikus) és sóstresszel foglalkozik. A kísérleteikben azt vizsgálják, hogy szalicilsavas (SA) előkezeléssel miképpen lehet javítani a paradicsom növények sóstresszrezisztenciáját („priming”). A SA gyors és tartós sztómazáródást idéz elő, ezért hatása lehet a fotoszintézis folyamataira.

Mivel a sóstressz egyidejűleg okoz ozmotikus és ionos stresszhatást, vizsgálják az előkezelt növények vízháztartási paramétereinek változását és ennek hatását a fotoszintetikus aktivitással szorosan kapcsolódó ozmotikus adaptációra.

Az ozmotikus stressz mindig együtt jár reaktív oxigénformák (ROS) képződésével, amelyek befolyásolják a differenciálódást, a sejtosztódást és a megnyúlást, ugyanakkor alacsony koncentrációban bekapcsolják az oxidatív stressz által szabályozott jelátvitelt és a védekezéshez szükséges génexpressziót. Nagyobb koncentrációban, illetve egyes differenciálódási folyamatokban programozott sejthalált (PCD) is indukálnak. A növényi hormonok közül az etilén, az abszcizinsav és az SA szabályozzák a ROS képződést, ezért a PCD kialakulásában is szerepet játszanak. Eredményeik szerint az SA előkezelés sóstressz-akklimatizációhoz vezet, esetenként pedig PCD-t okoz. Ehhez szükséges a sejtek elhalásában szerepet játszó ciszteinproteázok, növényi metakaspázok és a PCD-t késleltető vagy visszafordító fehérjék, így a Bax-inhibitor génexpresszió változásának vizsgálata. A témában számos publikáció jelent meg az utóbbi időben (Poór és mtsi 2010, 2012).

### *Szupraindividuális növénybiológia és természetvédelem*

Vezető kutató: Bagi István egyetemi docens. Közreműködnek: Székely Árpád tanszéki munkatárs, Bakacsy László PhD-hallgató.

A folyamatban lévő fontosabb kutatási témák a szupraindividuális és természetvédelmi jellegű témakörbe tartoznak, amelyek egy része korábban, a *Növényélettani Tanszéken* kezdődött, így a magyarországi inváziós fajok biológiai sajátosságainak vizsgálata és a virginiai holdruta kunfehértói állományának populációdinamikája. Az oktatási tevékenységhez kapcsolódóan Bagi István összeállította a „phylogenetic” és az „evolutionary” megközelítéseket ötvöző zárwatermő kézikönyvet (BAGI 2008). Az inváziós növényfajok kutatása kapcsán számos publikáció és szakdolgozat készült, fontos megemlíteni az angolul is megjelent „özönnövények” c. könyv fejezeteit (Botta-Dukát és Balogh 2008).

A *Botrychium virginianum* (virginiai holdruta) Magyarország egyik legritkább páfrányfaja, csupán egyetlen élőhelyen, a Kunfehértó melletti előregedő akác – kocsányos tölgy – szürke nyár lombkoronaszintű erdőben fordul elő. A *B. virginianum*-on kívül nincs ma Magyarországon olyan növényfaj, mely egyedei döntő többségének helye 5 m-es, ezen belül a teljes állományának legalább negyedét kitevő egyedek egymáshoz viszonyított helyzete centiméteres pontossággal ismert. Nincs még egy olyan faj sem, melynek évente megjelenő

– a *B. virginianum* esetében átlagosan 700 körüli – hajtása közel harmadának „egyedi sorsát” immáron 10 éves megszakítatlan adatsor dokumentálja. A fentiekből az a következtetés is levonható volna, hogy a faj ökológiája Magyarország védett fajai közül a legjobban ismertek közé tartozik.

### *Oxidatív stressz elleni védő mechanizmusok tanulmányozása különböző növényekben*

Vezető kutató: Csiszár Jolán egyetemi docens. Közreműködnek: Gallé Ágnes egy. adjunktus, Bela Krisztina, Benyó Dániel, Brunner Szilvia, Horváth Edit PhD-hallgatók

Össz-antioxidáns kapacitást és az antioxidáns enzimek aktivitását mérik fotometriás módszerekkel és natív gélben történő futtatás után izoenzim-min-tázatot vizsgálnak szárazság, ozmotikus és sóstressz esetén. Összefüggést mutattak ki a stressztűrés és az antioxidáns enzimek magasabb aktivitása és/vagy indukciója között. A tanulmányozott növények között találhatók különböző szárazságtűrésű búzavonalak, aldóz reduktáz-túltermelő dohány és búza (együttműködésben az SZBK Növénybiológiai Intézetével és a Gabonakutató Kht.-val), paradicsom, egyéb kertészeti növényfajok és nehézfémeket jobban toleráló, fitoremediációs szempontból érdekes növények is (*Brassica*, *Salix* sp.). Kapcsolatot keresnek a búza guajakol peroxidáz aktivitása, a lignifikáció, a  $H_2O_2$ -szint változása és a gyökér növekedése között. Részletesen vizsgálják a glutation S-transzferáz (GST), glutation peroxidáz enzimek stressztoleranciában betöltött szerepét (Csiszár és mtsai. 2001, 2014). Ozmotikus stressz alkalmazásával tanulmányozzák a vízháztartási, növekedési paraméterek, a GST aktivitás és a különböző funkciójú izoenzimeket kódoló gének expressziója közötti összefüggést. Különböző szárazságtűrésű búzafajták összehasonlításával megállapították, hogy a zászlóslevelek magasabb GST-aktivitása és bizonyos GST-kódoló szekvenciák expressziója korrelációban van a szemfeltöltődéssel/szárazságtűréssel.

### *A nitrogén-monoxid (NO) szerepe a növényi stresszfolyamatokban és növekedésben*

Vezető kutató: Erdei László egyetemi tanár. Közreműködnek: Kolbert Zsuzsanna egy. adjunktus, Feigl Gábor, Lehotai Nóra, Pető Andrea PhD-hallgatók.

A NO stresszfolyamatokban betöltött szerepének tanulmányozása az elmúlt évtizedben került a növénybiológiai kutatások középpontjába. A jelátviteli folyamatokra vonatkozó ismereteink meglehetősen hiányosak, különösen igaz ez a NO-függő fehérjemódosulásokra és génexpressziós változásokra, valamint azok szabályozására (Erdei és Kolbert 2008; Kolbert és Erdei 2008).

A munkacsoport tagjai különböző NO-függő reakciókat, jelátviteli útvonalakat és hormonokkal való kölcsönhatásokat tanulmányoznak. Korábbi kísérleteikben az ozmotikus (szárazság) stressz és az auxin hormon által kiváltott NO-képződés hatását vizsgálták a gyökér fejlődési folyamataira. Eredményeik azt mutatták, hogy a NO különböző stresszválaszok (szárazság, nehézfém) aktív jelkomponense. Érdekes az, hogy a NO képződésének kinetikája és helye különböző az egyes stresszválaszok során, ami eltérő NO-képződési folyamatokra és jelátviteli szerepre utal. A NO védő szerepei mellett jelentős funkcióval bír a növényi növekedés és fejlődés során is. Ozmotikus stressz körülmények között a NO-produkció időfüggése eltér attól, ami auxin kezelés során tapasztalható: az oldalgyökök számának növekedését ez esetben megelőzi egy tranziens NO-keletkezés. A vad típusú és az *Atnoa1* mutáns *Arabidopsis thaliana* növények gyökerében fokozott NO-produkció jelent meg auxinkezelés hatására. Ezzel ellentétben az auxinkezelés nem vezetett NO-képződéshez a nitrát reduktáz (NR) deficiens lúdfű gyökerében, ami egy auxin indukálta NR-kapcsolt NO-szintézis meglétére utal. Továbbá, reaktív nitrogén- (NO, ONOO<sup>-</sup>) és oxigénformák (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>) képződését is tanulmányozzák különböző stressz körülmények között (nehézfémek, szárazság) mikroszkópiás technikák segítségével. Hasonlóképpen *in vivo* és *in situ* vizsgálatokat végeznek a lipid peroxidáció, membránstabilitás és életképesség vonatkozásában is. Az utóbbi időben a nehézfém-tolerancia és a NO -közvetítette növekedési mintázatok kapcsolatát, valamint a szelén mint esszenciális mikroelem tápláléknövényben való feldúsításának a lehetőségeit tanulmányozzák eredményesen: e témakörben számos publikáció, PhD-disszertáció és diplomadolgozat született (Pető és mtsai. 2011, 2013; Lehotai és mtsai. 2012).

### *Membrántranszport és fotoszintézis*

Vezető kutatók: Horváth Ferenc (2013-ig) majd Wodala Barnabás egy. adjunktus. Közreműködik: Ördög Attila egy. tanársegéd.

A kutatócsoport célja a NO szerepének feltárása a fotoszintézis és a membrántranszport folyamataiban, különös tekintettel a zárósejtek működésére. Azonosították a NO *in vivo* támadáspontjait a fotoszintetikus elektrontransz-

port láncban a klorofill fluoreszcencia változások mérésével intakt levelekben. NO-donorokkal kezelt intakt borsólevelekben kimutatták, hogy a NO a primér töltésszeparációt a QA és QB kötőhely közötti vashoz kapcsolódva *in vivo* lassítja. További kísérletek arra mutattak, hogy a NO gátolja a QA- és a vízbontó komplex S2 állapota közötti töltésrekombinációt, valamint reakcióba lép a PSII YD tirozinjával (Wodala és mtsai. 2008).

A NO jelátviteli szerepet játszik a sztómazáródás során is a Shaker-típusú  $K^+$ -csatornák szabályozásában. Az ioncsatornák kapuzását szabályozó folyamatok függenek a külső környezeti paraméterektől és a növény belső fiziológiai állapotától. A szárazságstressz esetén termelődő abszcizinsav hormon hatására a sztómák záródnak, a folyamatot háromféle szignál-átviteli kaszkád működése határozza meg. A NO a  $Ca^{2+}$ -függő sztómazáródási mechanizmuson keresztül fejt ki hatását: emeli a citoszolikus szabad  $Ca^{2+}$ -szintjét, ezzel inaktíválja a  $Ca^{2+}$ -függő, befelé egyenirányító  $K^+$ -áramot. A NO állati Shaker-csatornákra kifejtett gátló hatása ismert. A közvetlen hatás lényege a csatornafehérje cisztein oldalláncának S-nitrozilációja, mely a csatorna működésének megváltozásához vezet. Kutatásaikban kimutatták, hogy a zárósejtek esetében is hasonló szabályozási rendszer működik.

A sztómaműködés a növényi immunválasz kialakulásában is fontos szerepet játszik, tekintve, hogy a mikroorganizmusok bejutásának egyik kapuja. Kérdés, hogy az általános rezisztenciát kiváltó mikroba-asszociált molekulamintázatok (MAMP) és az endogén elicitorok (DAMP) hogyan okoznak sztómazáródást, és hogy ennek jelátvitelében a zárósejt önálló fotoszintézise és membrántranszportja milyen szereppel bírhat. Korábbi saját eredményekre támaszkodva feltételezték, hogy az alkalmazandó MAMP és DAMP vegyületek a zárósejtek nitrogén-monoxid szintézisét indukálva, a fotoszintetikus lineáris elektrontranszportot gátolják. Mivel a sztómákat virulenciafaktorok, a patogének behatolását elősegítve újra nyitni képesek, a zárósejtek általános és specifikus rezisztencia jelátvitelének összefüggéseit ugyancsak vizsgálják (Ördög 2014).

### *A növényi N-asszimiláció vizsgálata*

Vezető kutató: Pécsváradi Attila egy. docens. Közreműködik: Németh Edit PhD-hallgató.

Kutatásaik két abiotikus stresszel, a szárazságstressz és a savas talajokon fellépő alumínium toxicitás élettani hátterének vizsgálatával kapcsolatosak. A gabonafélék fakultatív metabolikus változásokkal reagálnak a kedvezőtlen körülményekre, ennek hatása a C/N anyagcserében is megjelenik. A glutamin

szintetáz (GS, EC 6.3.1.2) (a N-metabolizmus központi enzime) izoenzimeinek arány- és aktivitásváltozása stresszindikátor, meghatározott élettani folyamatokat tükröz. Az enzim csaknem valamennyi vizsgált élőlényben előfordul, az ammónia és glutaminsav glutaminná alakítását katalizálja. Az oktamer eukariota GS alegységenként két kétértékű fémiont igényel, ami a fémstresszek potenciális célpontjává teszi az enzimet. A növényi GS két magnéziumiont köt az alegységek specifikus fémkötő helyein. A GS aktivitását befolyásolhatják a nehézfémek, de pl. az alumínium szerves komplexei is hatásosak. A C3-as növények levelében a legnagyobb mennyiségben levő fehérjét, a Rubiscót párhuzamosan mérve kimutatták ennek a „N-raktárnak” a lebontását, a N-remobilizálódást: szárazságstressz alatt a fiatalabb levelekben és a kevésbé toleráns fajtákban: az asszimiláló „*forrás*” jelleg átalakul degradatív *forrássá*.

A glutamin szintetáz szerkezetében két eltérő affinitású fémkötő helyet találtak, melyek az enzim katalitikus és strukturális tulajdonságait határozzák meg. Kimutatható, hogy alumíniummal kezelt és ezt követően izolált GS enzim specifikus fémkötő helyeinek egyikét az Al elfoglalja és serkentheti a GS aktivitását. A glutamin szintetáz enzim viselkedését nemcsak stresszhatások indikátoraként tanulmányozzák, hanem az enzim fehérje szintű aktivitás regulációja is vizsgálataik tárgya (Pécsváradai és mtsai. 2009).

## A jövő...

Ez az írás lényegében a jelenig tartó visszatekintés. A növénybiológia tudománya lendületesen fejlődik: a mai felgyorsult informatikai, technikai haladást is figyelembe véve igen nehéz hosszabb távon előre látni a biológiai tudomány útját. A posztgenomikus éra felmérhetetlen mennyiségű információt nyújt a rendszerbiológia számára. A diszciplínát ismét komplexitásában kell tekinteni a már említett sokoldalú „*omics*” megközelítéssel. Ez azt is jelenti, hogy a kutatás és oktatás anyagi hátterét egyre nehezebb előteremteni a különálló egységeknek, ami a kooperáció irányába kényszeríti az intézményeket. Ez már ma is így van a regionális és hazai horizontális pályázatokat látva. Emellett nem zárható ki az intézmények közötti versengés sem. A biológiatudomány mára elért szintje etikai és jogi kérdéseket is felvet a genetikailag módosított élőlények kapcsán: vajon meddig mehetünk el e tekintetben?

Bár a korszerű oktatáshoz és kutatáshoz az infrastruktúra jelenleg rendelkezésre áll, a felgyorsult technikai és tudományos fejlődés rövid években belül újabb és újabb beruházásokat fog követelni. Előttünk van egy nemzedékváltás is: fiatal oktatóink és kutatóink a jövő zálogai.



## Általános forrásművek:

- MINKER EMIL: *Szeged egyetemének elődei*. Szeged, 2003.
- RÁCZ BÉLA (szerk.): *A Szegedi Tudományegyetem múltja és jelene (1921–1998)*. Szeged, 1999.
- RÁCZNÉ MOJZES KATALIN (szerk.): *90 éves a szegedi természettudományi képzés*. SZTE TTK, Szeged, 2011.
- ÚJSZÁSZI ILONA: *A szegedi felsőoktatás integrációjának története (1581–2010)*. Szeged, 2010. <http://www2.sci.u-szeged.hu/plantphys>

## Irodalom:

- BAGI ISTVÁN: *Zárwatermő növények adattára*. Szegedi Tudományegyetem, Növénybiológiai Tanszék, Szeged, 277 pp., 2008. ISBN 978-963-482-888-4
- BOTTA-DUKÁT Z., BALOGH L. (szerk.): *The most important invasive plants in Hungary*. HAS Institute of Ecology and Botany, Vácrátót, Hungary. 2008. ISBN 978-963-8391-42-1
- CSISZÁR J., SZABÓ M., TARI I., ERDEI L.: Control of the glutathione S-transferase and *mas1c* promoter-driven GUS activity in auxin heterotrophic and autotrophic tobacco calli by exogenous 2,4-D-induced ethylene. *Physiol. Plant.* 113: 100–107. 2001. IF: 1,76
- CSISZÁR J., HORVÁTH E., VÁRY ZS., GALLÉ Á., BELA K., BRUNNER SZ., TARI I.: Glutathione transferase supergene family in tomato: Salt stress-regulated expression of representative genes from distinct GST classes in plants primed with salicylic acid. *Plant Physiol. Biochem.* 78: 15–26. 2014.
- ERDEI L. (szerk.): *Növényélettan. Növekedés- és fejlődésélettan*. 366 pp., JATEPress, Szeged, 2004.
- ERDEI L., ZSOLDOS F.: Potassium absorption by rice at different levels of organization. I. Effects of temperature and calcium on K<sup>+</sup> fluxes and content. *Physiol. Plant.* 41: 99–104. 1977.
- ERDEI L., TÓTH I., ZSOLDOS F.: Potassium absorption by rice at different levels of organization. II. ATPase activity in roots, calluses and redifferentiated roots. *Physiol. Plant.* 41: 105–108. 1977.
- ERDEI L., KOLBERT ZS.: Nitric oxide as a potent signalling molecule in plants. *Acta Biol. Szeged.* 52: 1–5. 2008.
- ERDEI L.: The past three decades of plant physiology in Hungary. *Acta Biol. Szeged.* 55(1): 47–52. 2011.

- KOLBERT ZS., ERDEI L.: Involvement of nitrate reductase in auxin-induced NO synthesis. *Plant Signaling and Behavior* 3(11): 972–973. 2008.
- LASKAY G., KÁLMÁN K., VAN KERKHOVE E., STEELS P., AMELOOT M.: Store-operated  $\text{Ca}^{2+}$ -channels are sensitive to changes in extracellular pH. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 337: 571–9. 2005. IF: 2,855
- LEHOTAI N., KOLBERT ZS., PETŐ A., FEIGL G., ÖRDÖG A., KUMAR, D., TARI I., ERDEI, L.: Selenite-induced hormonal and signaling mechanisms during root growth of *Arabidopsis thaliana* L. *J. Exp. Bot.* 63: 5677–5687. DOI: 10.1093/jxb/ers222. 2012. IF: 5,325
- MIHALIK E., RADVÁNSZKY A., DORGAI L., BUBÁN T.: Pantoea agglomerans előkezelés hatása GFP jelzett Erwinia amylovora baktériumok migrációjára Jonagold Decosta almafajta excizált virágainak szöveteiben. *Növényvédelem* 12: 11–18. 2007.
- ÖRDÖG A.: *A gomba eredetű elicitor kitozán hatása a zárósejtek működésére: a sztómamozgás és a zárósejt fotoszintézisének kapcsolata.* 85 p. PhD-értekezés, Szegedi Tudományegyetem, Biológia Doktori Iskola, Szeged, 2014.
- PETŐ A., LEHOTAI N., LOZANO-JUSTE J., LEÓN J., TARI I., ERDEI L., KOLBERT ZS.: Involvement of nitric oxide and auxin in signal transduction of copper-induced morphological responses in *Arabidopsis* seedlings. *Annals Bot.* 108: 449–457. 2011. IF: 3,449
- PETŐ A., LEHOTAI N., FEIGL G., TUGYI N., ÖRDÖG A., GÉMES K., TARI I., ERDEI L., KOLBERT ZS.: Nitric oxide contributes to copper tolerance by influencing ROS metabolism in *Arabidopsis*. *Plant Cell Rep.* 32: 1913–1923. DOI: 10.1007/s00299-013-1503-5. 2013. IF: 2,51
- PÉCSVÁRADI, A., NAGY, Z., VARGA, A., VASHEGYI, Á., LABÁDI, I., GALBÁCS, G. AND ZSOLDOS, F.: Chloroplastic glutamine synthetase is activated by direct binding of aluminium. *Physiol. Plant.* 135: 43–50. 2009.
- POÓR P., SZOPKÓ D., TARI I.: Ionic homeostasis disturbance is involved in tomato cell death induced by NaCl and salicylic acid. *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant* 48: 377–382. 2012.
- POÓR P., GÉMES K., SZEPESI Á., HORVÁTH F., SIMON L.M., TARI I.: Salicylic acid treatment via the rooting medium interferes with the stomatal response,  $\text{CO}_2$  fixation rate and carbohydrate metabolism in tomato and decreases the harmful effects of subsequent salt stress. *Plant Biology* 13: 105–114. 2010. IF: 2,395
- WODALA B., DEÁK ZS., VASS I., ERDEI L., ALTORJAY I., HORVÁTH F.: *In vivo* target sites of NO in photosynthetic electron transport a studied by chlorophyll fluorescence in pea leaves. *Plant Physiol.* 146: 1920–1927. DOI: 10.1104/pp.107.110205. 2008. IF: 6,125